



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

NABO im Überblick

André Desaulles

andre.desaulles@art.admin.ch

September 2006



Nationale Bodenbeobachtung
Observatoire national des sols
Osservatorio nazionale dei suoli
Swiss Soil Monitoring Network

www.nabo.admin.ch



Inhalt

- Einführung und modulares Konzept
- NABO-Quality
- NABO-Trend
- NABO-Flux
- NABO-Status und NABODAT
- Pilotprojekt LAZBO
- Integrales NABO-Konzept als Perspektive

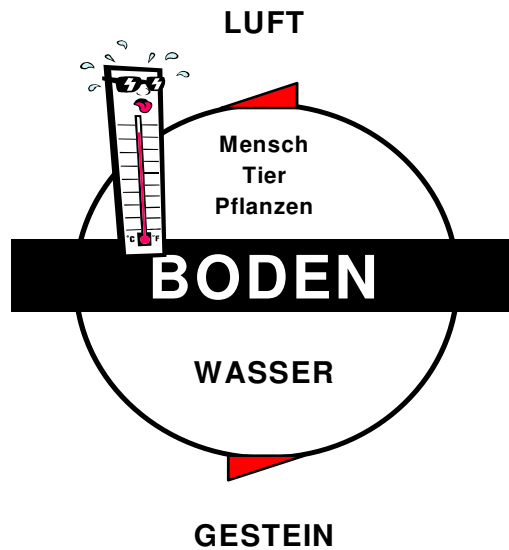


NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

2



Ökoterrestrischer (Schad-) Stoffkreislauf



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

3

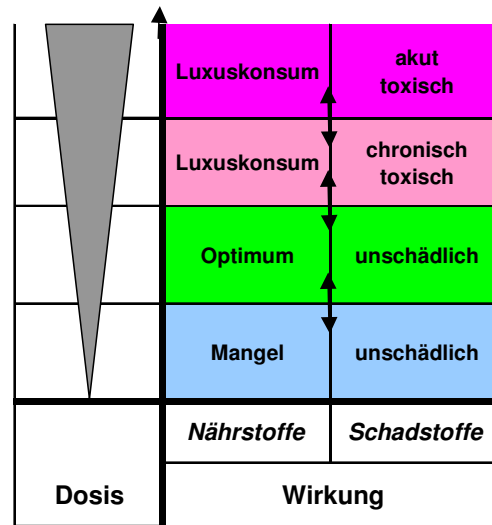
Sachliche Begründung für die Bodenbeobachtung von Schadstoffen:

(Schad-) Stoffe haben im biologisch aktiven ökoterrestrischer Stoffkreislauf in Böden die weitaus längste Aufenthaltszeit und damit eine entscheidende Speicher- und Regelfunktion.

Damit haben Böden einen hohen immissionsökologischen Indikatorwert, sind aber ein schwer lesbares bzw. messbares Umweltarchiv, weil die Stoffe nicht lagegerecht eingeschichtet bleiben, sondern sich durch bodendynamische Prozesse verlagern.



Dosis-Wirkungsbeziehung



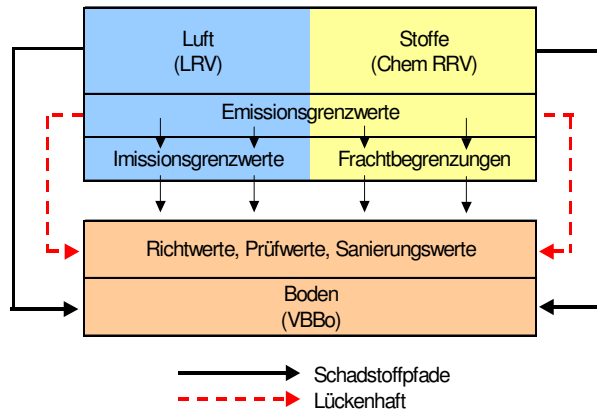
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

4

Die Dosis-Wirkungsbeziehung von *Paracelsus* (1493-1541) „*Allein die Dosis macht, dass ein Stoff ein Gift ist*“ gilt es heute für Schadstoffe zu präzisieren: Ein Stoff ist ein Schadstoff, wenn er zur falschen Zeit, am falschen Ort in einer falschen Form und einer falschen Dosis vorliegt.



Bodenschutzkonzept nach USG für Schadstoffbelastungen



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

5

Nachhaltiger chemischer Bodenschutz findet im Vorfeld (Luft / Stoffe) und nicht im Boden statt. Im Boden werden dagegen Erfolge und Lücken von Bodenschutzmassnahmen nachgewiesen.

USG Umweltschutzgesetz



Kernauftrag und Zweck

Auftrag:

Das BAFU betreibt in Zusammenarbeit mit dem BLW ein nationales Referenznetz zur Beobachtung der Belastungen des Bodens (NABO). (Art. 3 VBBo 1998)

Zweck:

Landesweite räumliche und zeitliche Erfassung und Beurteilung der Bodenbelastungen zur Planung und Erfolgskontrolle von Bodenschutz-Massnahmen.



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

6

BAFU Bundesamt für Umwelt
BLW Bundesamt für Umwelt
VBBo Verordnung über Belastungen des Bodens



Meilensteine und Stand

- Beginn Aufbau NABO August 1984
- 1. Erhebungsrunde 1985-89 (Bericht 1993)
- Gesetzlicher Auftrag VSBo Juni 1986
- Beginn VBBo-Ringanalysenprogramm 1989
- 2. Erhebungsrunde 1990-94 (Bericht 2000)
- Einführung NABO-Logo Juni 1993
- NABO-Homepage seit Juli 1999
- Umzug NABO von Liebefeld nach Reckenholz Mai 2001
- 3. Erhebungsrunde 1995-99 (Bericht 2006)
- Pilotprojekt LAZBO 2000-07 (Bericht 2006)
- 4. Erhebungsrunde 2000-04
- Projektgenehmigung NABODAT August 2005
- 5. Erhebungsrunde 2005-09 (läuft)
- NABO-Bibliographie: 150 Titel September 2006



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

7

LAZBO Langzeitbeobachtung bodenphysikalischer und –biologischer
Eigenschaften



Organisation des Bodenmonitoring in der Schweiz

Nationale Umweltbeobachtung

Ø

Koordination / Kompatibilität

⊞

Nationale Bodenbeobachtung



[NABO-Trend](#): Dauerbeobachtungsnetz

[NABO-Flux](#): Schadstoffflüsse

[NABO-Status](#): Belastungsausmass

[NABO-Quality](#): Datenqualität

[NABO-Public](#): Öffentlichkeitsarbeit

[NABO-Expertise](#): Beratung und Gutachten

Vergleichbarkeit / Komplementarität

⊞

⊞

⊞

⊞

⊞

Bodenüberwachung der Kantone

www.nabo.admin.ch



NABO im Überblick

A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

8

Modulare Struktur der NABO im Kontext mit Schnittstellen. Mehr dazu unter www.nabo.admin.ch

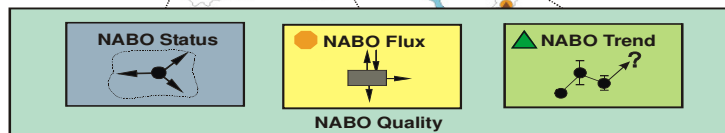
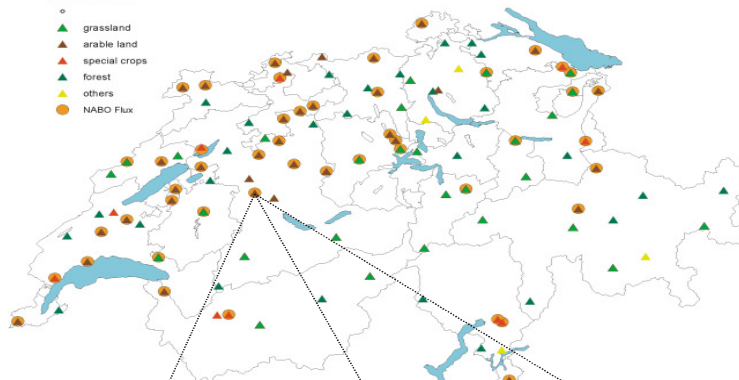


NABO-Messnetz für Schadstoffbelastungen und modulares Konzept

Legend

NABO Trend

-
- ▲ grassland
- ▲ arable land
- ▲ special crops
- ▲ forest
- ▲ others
- NABO Flux



NABO im Überblick

A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

9

- NABO-Quality ist die Grundlage für die Aussagesicherheit der Ergebnisse.
- NABO-Status soll den Belastungszustand landesweit dokumentieren.
- NABO-Flux: An 48 Landwirtschaftsstandorten werden jährlich Ein-und Austräge für 4 Schwermetalle (Cd,Cu,Zn,Pb) erhoben.
- NABO-Trend: das Referenzmessnetz umfasst derzeit 105 Dauerbeobachtungsstandorte für 10 Schadstoffe (Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Mo, Co, Hg und (F)) und neu auch pH, orgC und P. Messbeginn 1985, Messintervall 5 Jahre (2005 Beginn der 5. Erhebungsrunde)



NABO-Quality

> sichert und quantifiziert langfristig die Qualität der Bodendaten

- Analysenqualitäts-Management
- VBBo-Ringanalysenprogramm seit 1989
- Wegleitungen zur Probenahme
- Probenahme-Ringversuche
- *Unsicherheitsbudgets von der Probenahme bis zur Analyse*



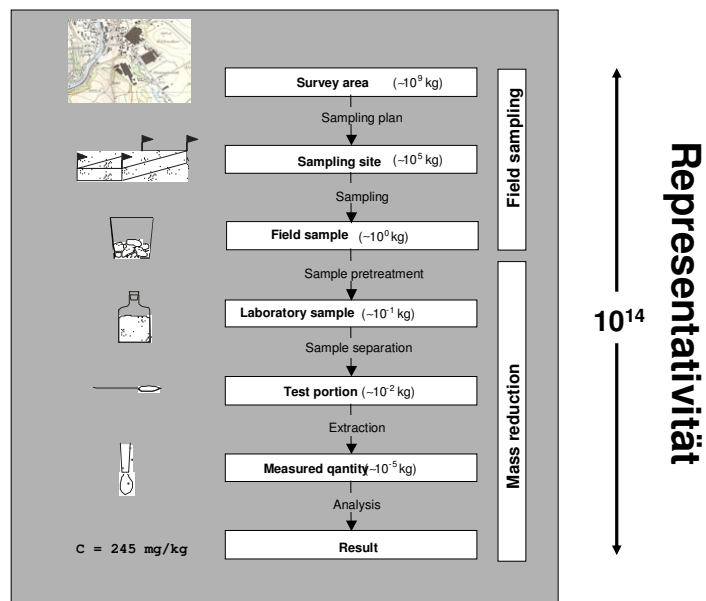
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

10

Kursiv = Perspektive



Problem - Ziel - Herausforderung



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

11

Problem: Heterogenität von partikulärem Material des Studienobjekts (abgegrenzter Bodenkörper)

Ziel: Entnahme von repräsentativen Proben und Subproben entlang der gesamten Messkette

Herausforderung: Gewährleistung der Probenrepräsentativität über mehr als 10 Grössenordnungen

Heterogenität und Repräsentativität

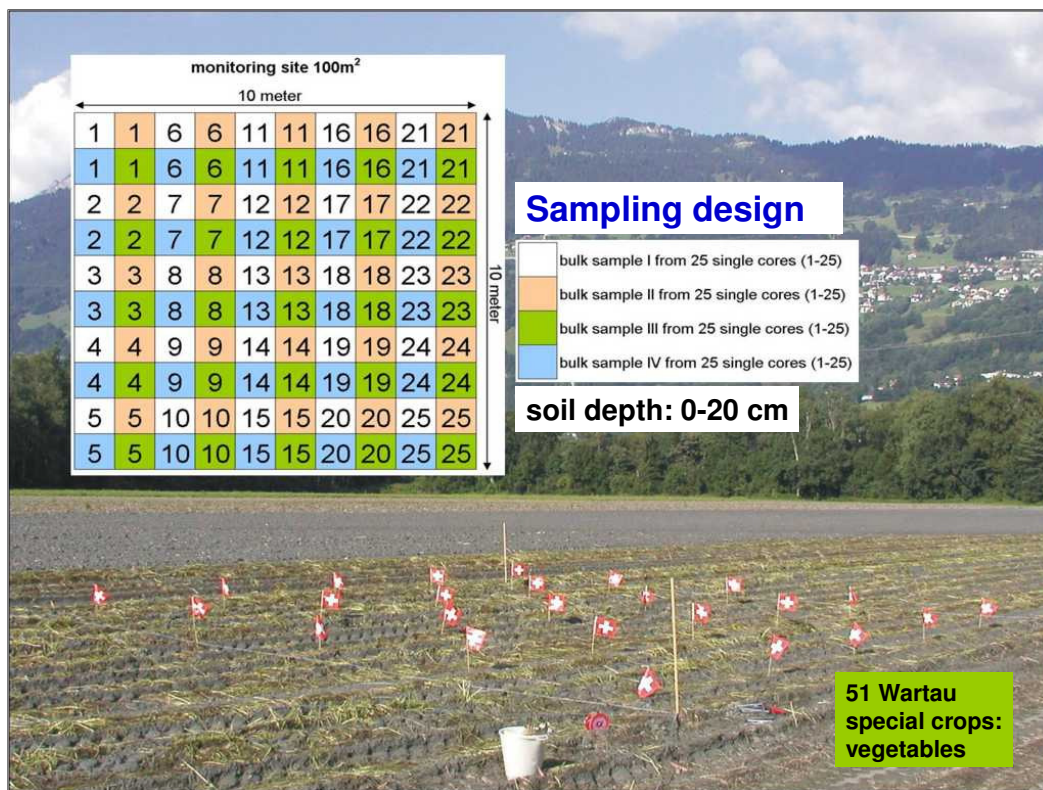
- **Heterogenität** ist fehlende Homogenität und bedingt repräsentative Probenahme.
- **Repräsentativität** gewährleistet die Erhaltung der (best möglichen) quantitativen und qualitativen Proportionalität von Bestandteilen entlang der gesamten Messkette.

>Heterogenität und Repräsentativität sind im Gegensatz zur Theorie in der realen Welt (Praxis) relative und keine absoluten Begriffe.



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

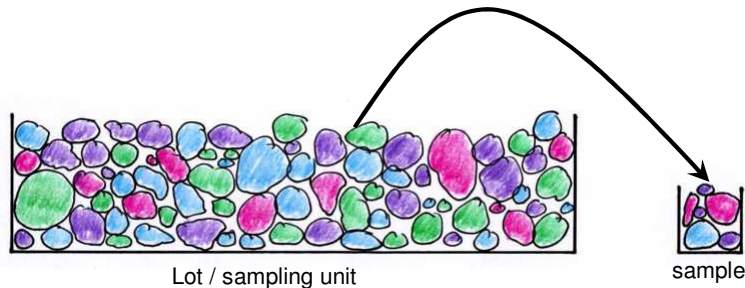
12



NABO-Probenplan: 4 Mischproben aus je 25 Einstichen in Rasteranordnung



(1) Fundamentalfehler FE



- **Constitution heterogeneity CH**
- **Distribution heterogeneity DH**
- $DH \leq CH$

FE only error which is never 0

- > **increasing of sample**
- > **comminution (grinding) before (sub)sampling**



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

14

Probenahmefehler entstehen, wenn die **Proportionalität** zwischen Grundgesamtheit und Stichprobe nicht übereinstimmt. Es wird zwischen Teilchenheterogenität CH und Verteilungsheterogenität DH unterschieden. Nach Pierre Gy gibt es 5 mögliche Probenahmefehler die im folgenden illustriert werden mit Hinweisen für ihre Minimierung in der Praxis.

(1) Der fundamentale Probenahmefehler EE ist der einzige Fehler der nie 0 sein kann. Er kann durch die Erhöhung der Probenmenge und/oder Zerkleinern (Mahlen) **vor** der (Sub-) Probenahme reduziert werden.

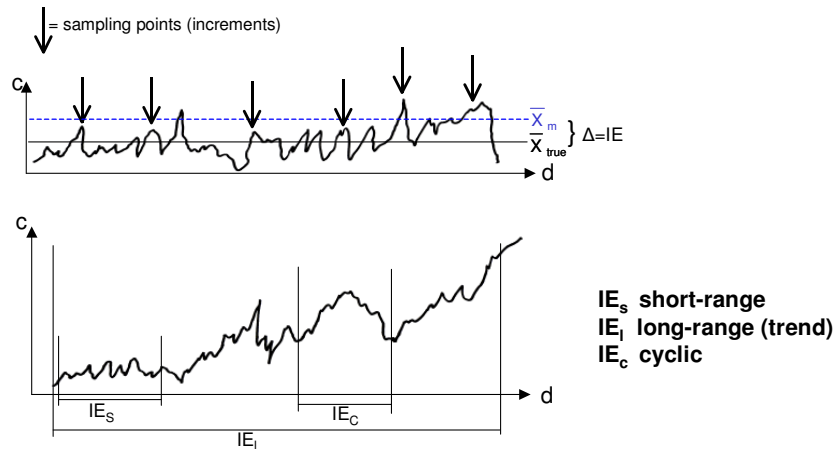
Literatur:

Pitard, F.F., 1993: Pierre Gy's Sampling Theory and Sampling Practice – Heterogeneity, Sampling Correctness, and Statistical Process Control. (2nd ed.), CRC Press, Washington D.C. 488 p. ISBN 0-8493-8917-8

Gy, P., 1998: Sampling for Analytical Purposes. John Wiley; Chichester. 153 p.
ISBN 0 471 97956 2



(2) Integrationsfehler IE



- > as many increments as possible
- > increasing sampling support (smoothing)
- > variographic sampling (preliminary investigation)



NABO im Überblick
A. Desautels | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

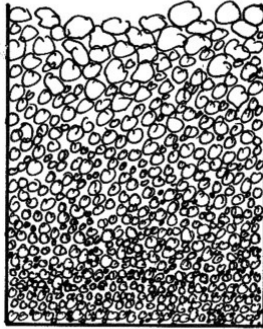
15

(2) Integrationsfehler IE: nur wenn die Grundgesamtheit quantitativ vollständig entnommen würde und korrekt reduziert würde, wäre der gemessene Mittelwert (m) praktisch gleich dem wahren Mittelwert (true). Es wird unterschieden in Kurzdistanz-, Langdistanz- und zyklischen bzw. Trend-Integrationsfehler

Fehler-Reduktionsmöglichkeiten sind:

- > Möglichst viele Zufallsstichproben (Einstiche)
- > Erhöhung des Supports (Probenmenge bzw. Fläche)
- > Variografische Probenahme bzw. stratifizierte Probenahme aufgrund von Vorwissen bzw. -studien

(3) Gruppierungs- und Segregationsfehler GE



GE = DH

Cause: gravity

> As many probabilistic increments as possible

> Mixing (valuable for very short-terme only)



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

16

(3) Gruppierungs- bzw. Segregationsfehler GE:

Wenn sich in einer heterogenen Matrix (Umweltmedium) Gruppen bilden, kommt es zwingend auch zur Segregation innerhalb der Probe; der Grund ist die Gravität.

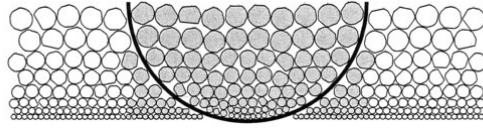
Fehler Reduktionsmöglichkeiten:

- > So viele zufällige Stichproben wie möglich
- > Probenmischung: nur sehr kurzfristig gültig!

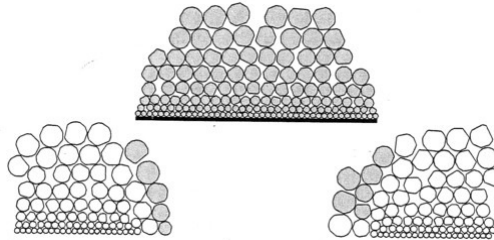


(4) Materialisationsfehler ME

$$ME = DE + EE$$



(4a) Abgrenzungsfehler (delimitation error DE)



(4b) Extraktionsfehler (extraction error EE)

> best adapted devices (no standardisation)



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

17

(4) Der Materialisationsfehler ME setzt sich zusammen aus (4a) Proben-Abgrenzungsfehler DE und (4b) Stichproben-Extraktionsfehler EE.

Alles was grau ist gehört zur korrekten Probe.

Fehlerreduktion:

> Ausgewählte Probenahmegeräte sollten die Stichprobe möglichst vollständig abgrenzen und extrahieren.



(5) Proben-Vorbereitungsfehler PE

Concerns all operations which (selectively) alter the sample in A relevant way:

- **Contamination**
- **Dilution**
- **Loss (selective)**
- **Physical alteration**
- **Chemical alteration**

> Qualified manpower



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

18

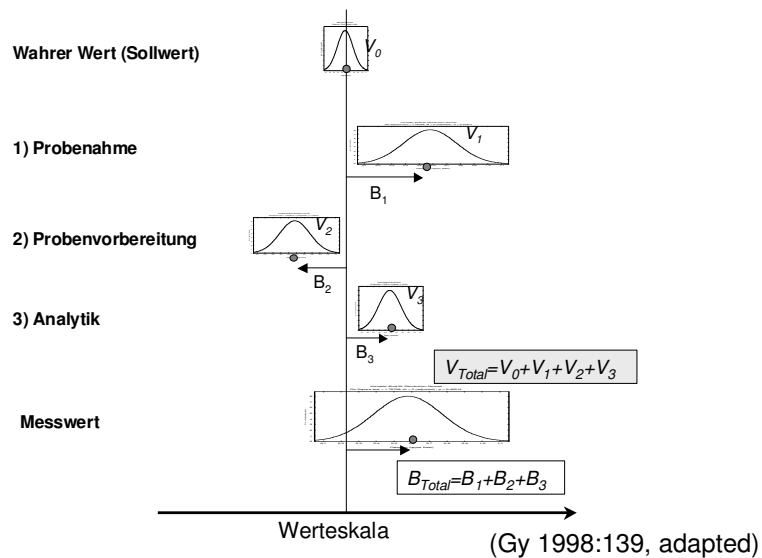
(5) Probenvorbereitungs-Fehler PE: Die Probenvorbereitung gehört auch zum Prozess der Probenahme i.w.S., weil sie die Proportionalität qualitativ und quantitativ beeinflussen kann durch: Kontamination, Verdünnung, (selektive) Verluste, physikalische und chemische Veränderungen.

Fehler-Reduktionsmöglichkeit:

> Qualifiziertes Personal



Messunsicherheit: Addition von zufälligen und systematischen Fehlern



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

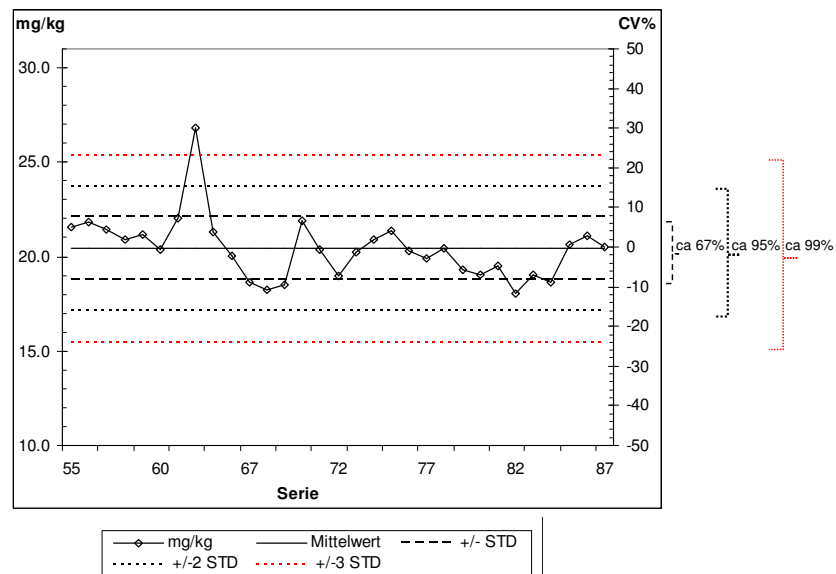
19

Die Kenntnis der Messunsicherheit ist für eine korrekte Interpretation unverzichtbar.



Analyseneffekt

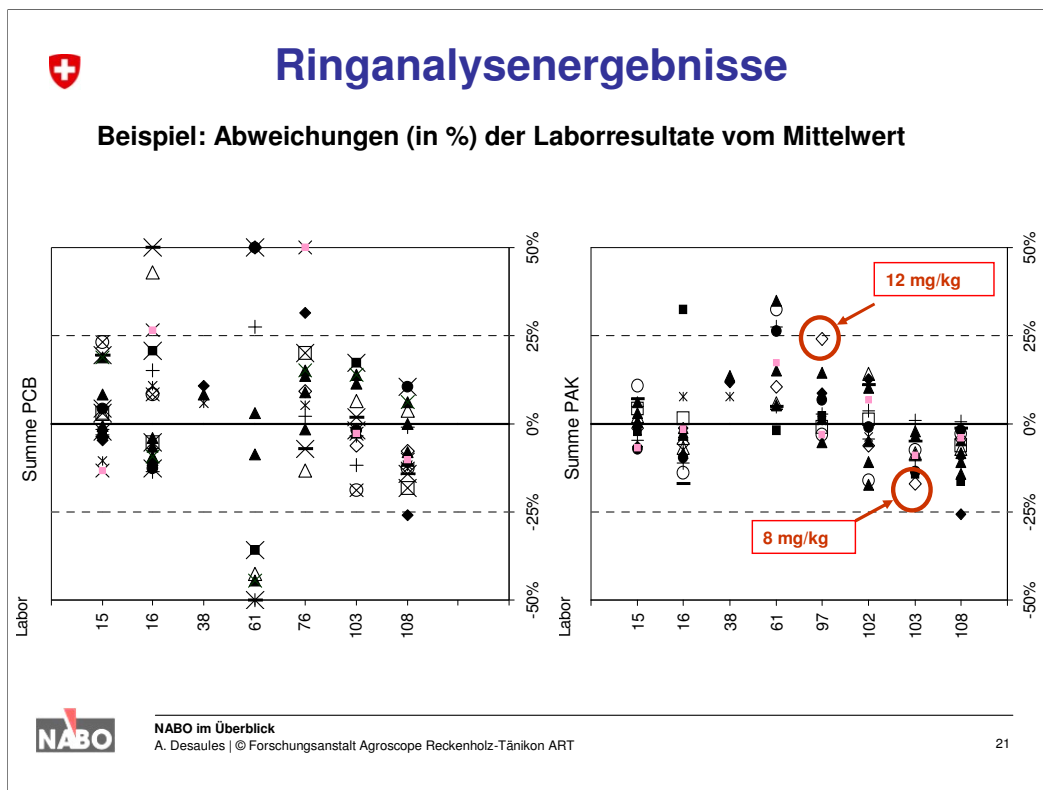
Pb: Kontrollboden 1, Serie 55 bis 87 (20.2.95-7.12.00)



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

20

Bsp. einer Analysen-Kontrollkarte: Analysen desselben Probenmaterials im gleichen Labor sind stets Streuungen unterworfen.



Analysen desselben Probenmaterials in verschiedenen Laboratorien sind noch grösseren Streuungen unterworfen:

Beispiele von Ringanalysenergebnissen für PCB und PAK:

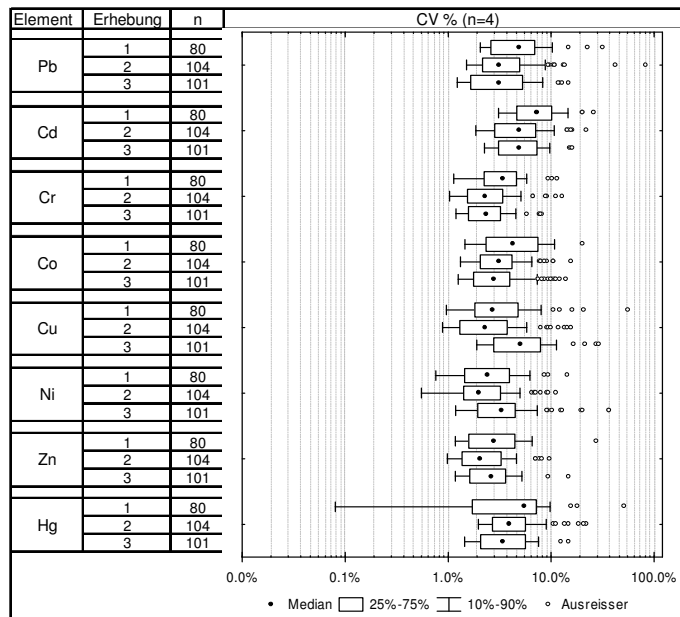
PCB: Labor 61 weist eine vergleichsweise grosse Streuung auf.

PAK: Prüfwert für direkte Bodenaufnahme 10 mg/kg d.h. das Ergebnis derselben Probe aus Labor 97 wäre zu prüfen, jenes aus Labor 103 nicht.

> Bedeutung der Vergleichbarkeit bzw. Messunsicherheit für den rechtsgleichen Vollzug



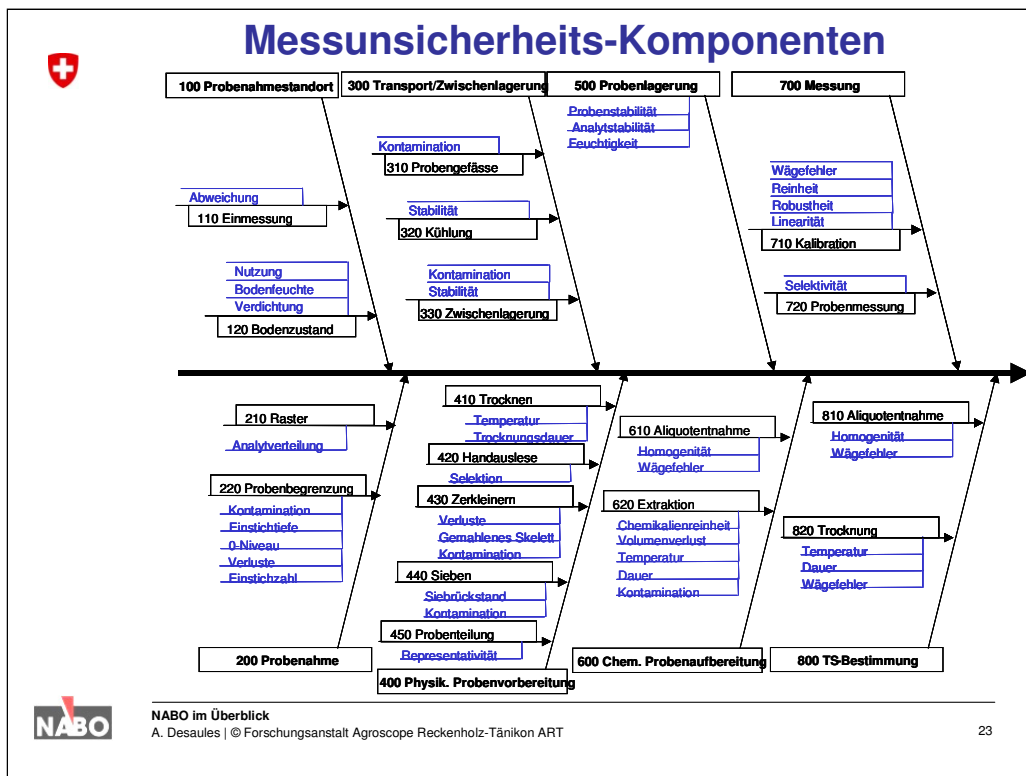
Standort-Wiederholpräzision



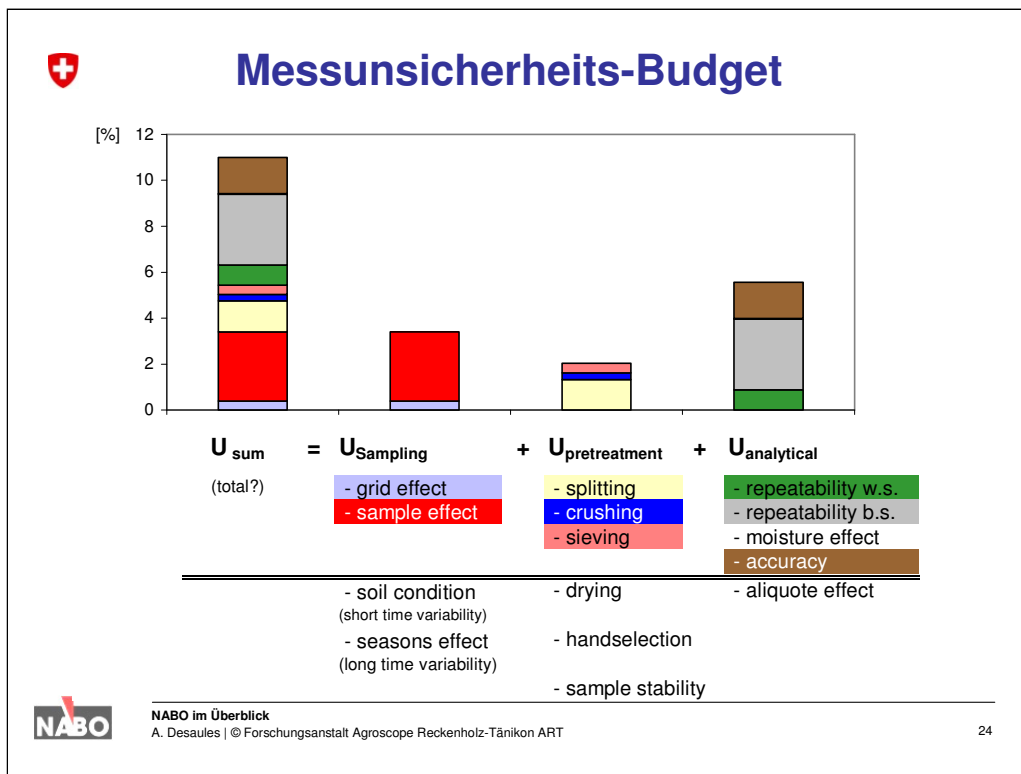
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

22

Die Gesamtstreuung von der Probenahme bis zum Analysenresultat ist im NABO-Messnetz mit deutlich unter 10 % wahrscheinlich nahe dem Optimum.



Die Unsicherheiten der Probenahme, Probenvorbereitung und Analyse lassen sich in weitere Unsicherheitskomponenten aufliedern die mehr oder weniger relevant sind.

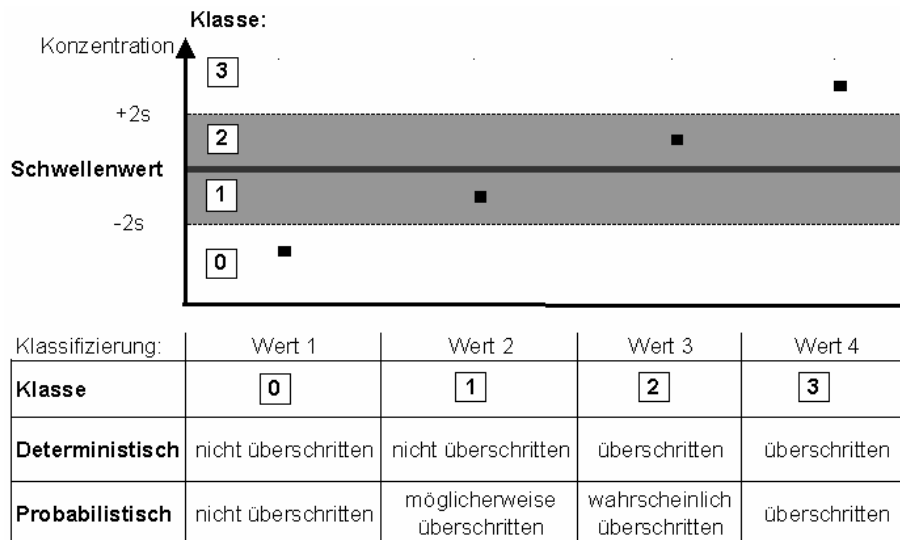


Unsicherheitsbudgets sind für die Optimierung der Messungen notwendige Instrumente.

Das Bsp. gilt für Zn an einem Graslandstandort unter Wiederholbedingungen und ist mit total 11% CV sehr gering. Die Haupt-Unsicherheitskomponenten sind Probenahme-Effekte und die Analysen-Wiederholbarkeit zwischen Messserien.



Schwellenwerte und Messunsicherheit



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

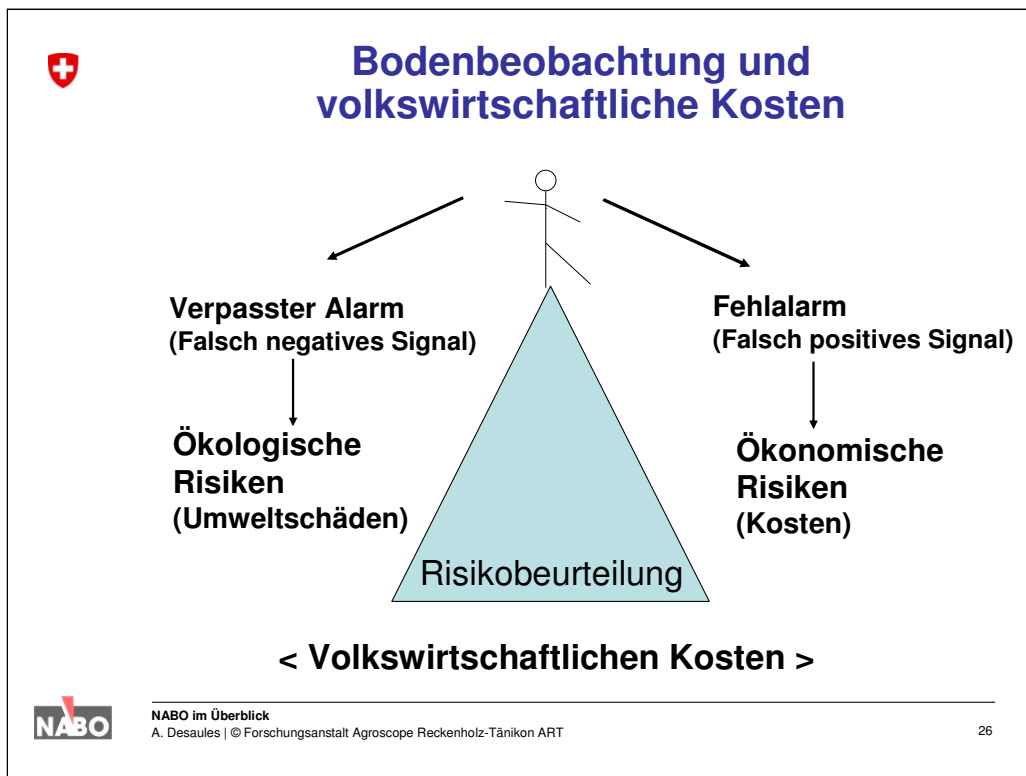
25

Jede Messung ist mit Unsicherheiten behaftet, deshalb ist es nötig, die Wahrscheinlichkeit (p) der Überschreitung von Schwellenwerten zu quantifizieren:

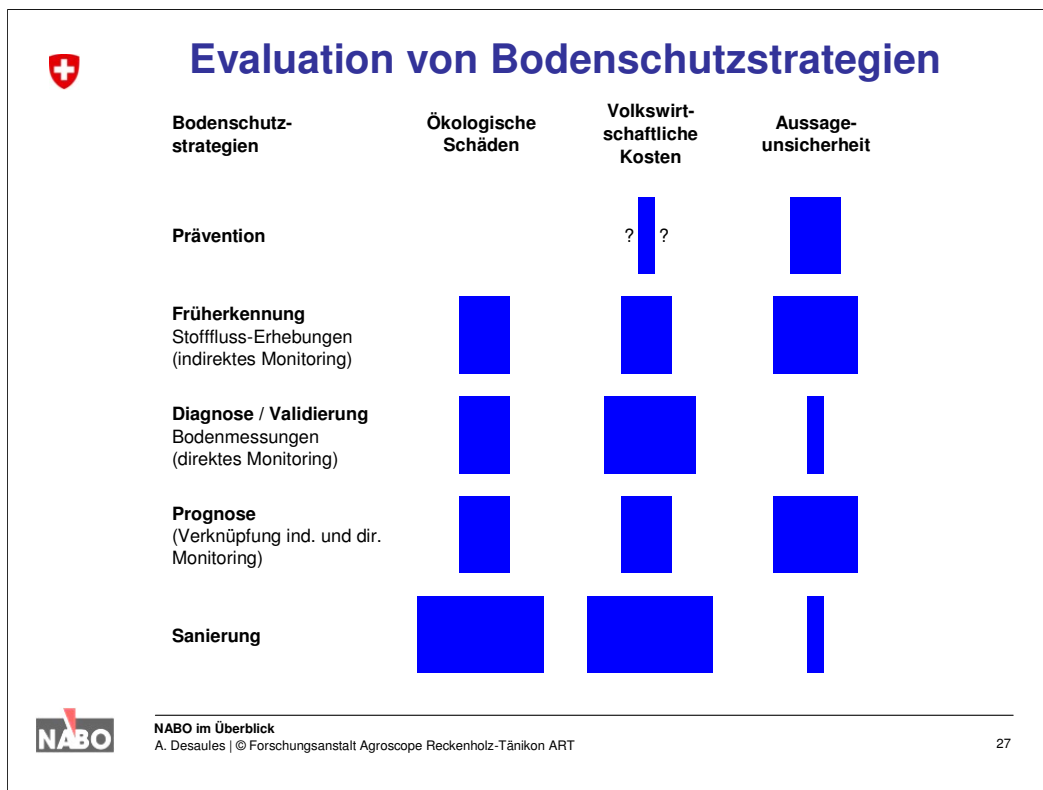
Schwellenwerthöhe: $p = \text{ca. } 50\%$

Schwellenwert + 2s: $p = \text{ca. } 97.5\%$: Nachsorgekriterium

Schwellenwert – 2s: $p = \text{ca. } 2.5\%$: Vorsorgekriterium



Bodenbeobachtung ist eine heikle Gratwanderung zwischen Fehlalarm mit ökonomischen Risiken bzw. unnötigen Kosten und verpasstem Alarm mit ökologischen Risiken bzw. Umweltschäden. Durch eine ‚gute‘ Bodenbeobachtung und Risikoanalyse lassen sich die volkswirtschaftlichen Kosten minimieren.



Prävention: Der ökologische Königsweg aber ökonomisch möglicherweise einengend.

Früherkennung (indirektes Monitoring): ökonomisch relativ günstig allerdings mit erheblicher Aussageunsicherheit

Diagnose/Validierung (direktes Monitoring): Korrekte Messungen haben ihren Preis aber dafür auch eine geringe Aussageunsicherheit.

Prognosen: Gute Modelle und Kontrolle der Randbedingungen führen zur bestmöglichen Prognosesicherheit.

Sanierung: In der Zukunft sollten gute Bodenschutzstrategien so hohe Schäden und Kosten vermeiden helfen.



NABO-Trend (direktes Monitoring)

> misst und beurteilt die Veränderungen der Schadstoffgehalte im Boden

- 9 Elemente: Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn, F
- NABO-Referenznetz (*105 Standorte alle 5 Jahre*)
- Unsicherheiten werden ausgewiesen (n = 4)
- Ursachenanalyse: Projekt VARITEMP (Bericht 2004)

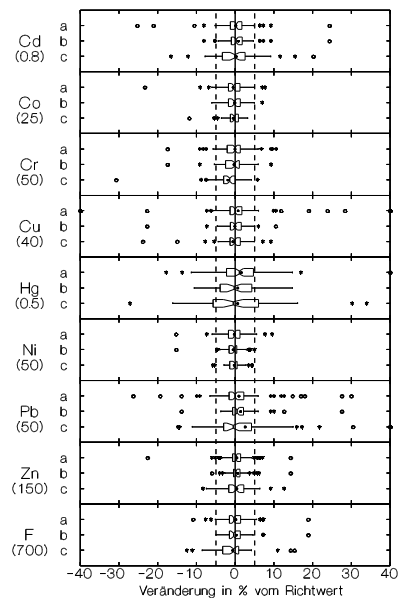


NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

28



Veränderungen nach 5, 10 und 15 Jahren



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

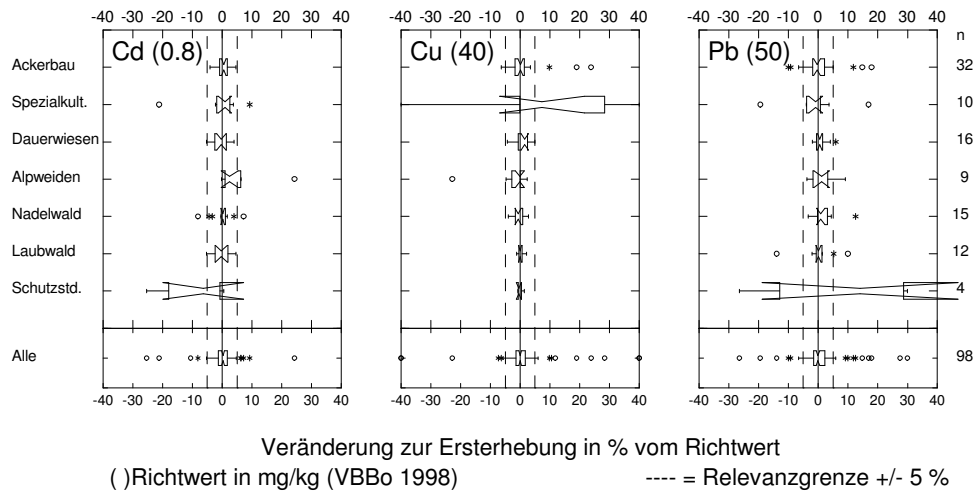
29

Die grössten mittleren (Punkt) relativen Veränderungen an 102 NABO-Standorten zeigen Hg und z.T. Cr und Pb, sonst sind die Veränderungen weitgehend geringer als $\pm 5\%$ des Richtwerts und relativ symmetrisch.

a) 5 Jahre, b) 10 Jahre, c) 15 Jahre



Nach Nutzung gegliederte Veränderungen nach 5 Jahren



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

30

Bei Cd fallen Zunahmen bei Alpweiden (n=9) und Abnahmen bei den Schutzstandorten (n=4) auf.

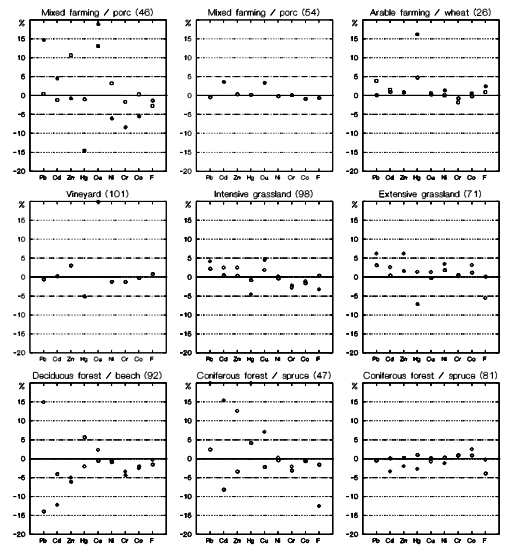
Bei Cu sind es v.a. die Rebbau (n=4) bedingten Zunahmen der Spezialkulturen (n=10)

Bei Pb sind es die Zunahmen bei Alpweiden (n=9), Nadelwälder (n=15) und v.a. bei Schutzstandorten (n=4)

Bei der Interpretation sind die unterschiedlichen und teilweise geringen Datenkollektive zu beachten.



Veränderungen an ausgewählten Standorten



○ a after 5 years, soil depth 0-5 cm (n = 54) black symbols: significant variations (error probability $\alpha = 2.9\%$)
□ b after 5 years, soil depth 0-20 cm (n = 100) ----- limit of relevance ($\pm 5\%$ of the guide value)
△ c after 10 years, soil depth 0-20 cm (n = 26)
Guide values (mg/kg): Pb 50, Cd 0.8, Zn 150, Hg 0.6, Cu 40, Ni 60, Cr 76, Co 26, F 700



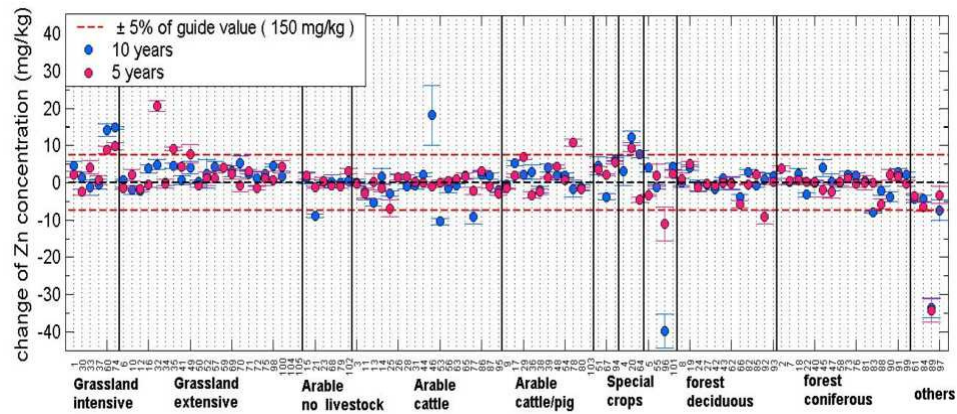
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

31

Die relativen Veränderungen aller Elemente an ausgewählten Standorte zeigen bei gleicher Nutzung z.T. sehr verschiedene Veränderungsmuster. Dies ist ein Hinweis für die grosse Komplexität der Ursachen und Intensitäten der Veränderungen.



Zeitliche Veränderungen der Zn-Gehalte



102 sites, 1989-1999



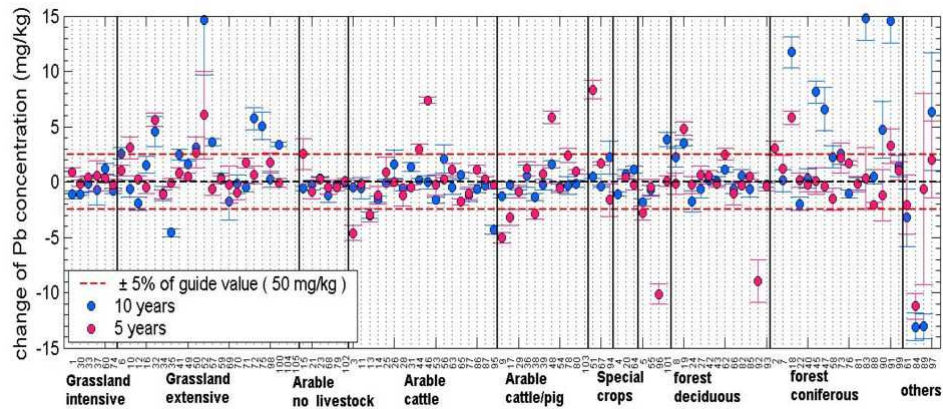
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

32

Bei den Zn-Veränderungen sind - mit Ausnahmen beim intensiven Grasland und Spezialkulturen - kaum Tendenzen feststellbar



Zeitliche Veränderungen der Pb-Gehalte



102 sites, 1989-1999



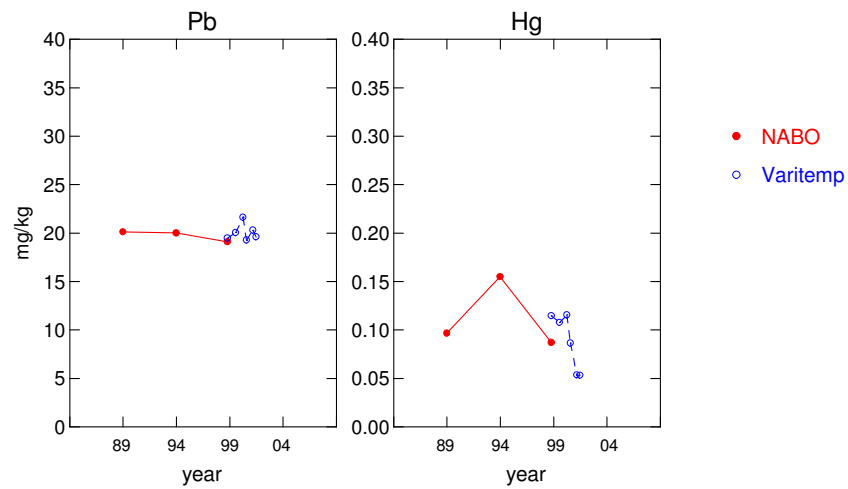
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

33

Die relativen Pb-Veränderungen dagegen sind grösser als bei Zn.
Tendenzielle Zunahmen sind beim extensiven Grasland und v.a. im
Nadelwald zu beobachten.



Gemessene Konzentrationsverläufe



land use: grassland (0-20 cm)



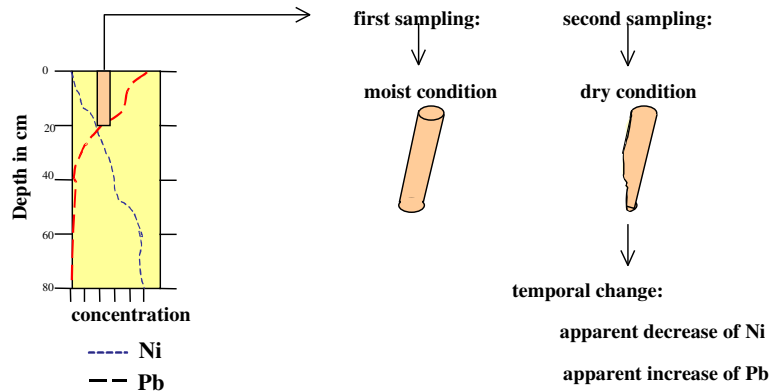
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

34

Verschieden lange und intensive Zeitreihen mit ähnlichen Amplituden sind ein Hinweis für methodische Probleme (Grundrauschen).



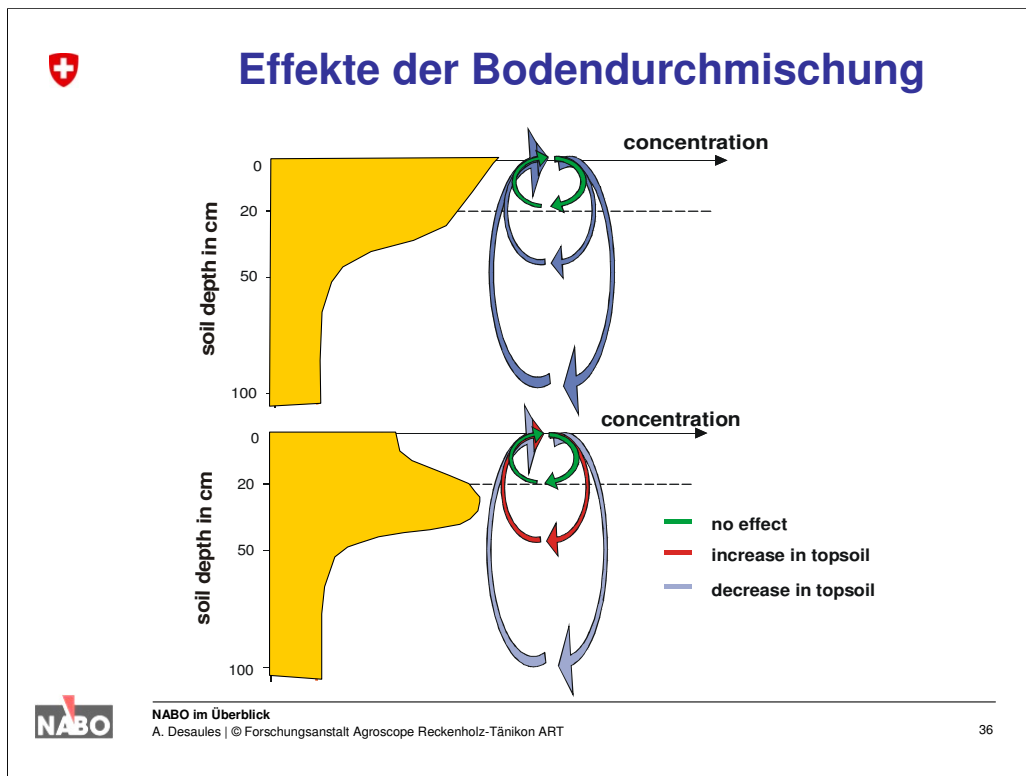
Effekte der Probenahme



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

35

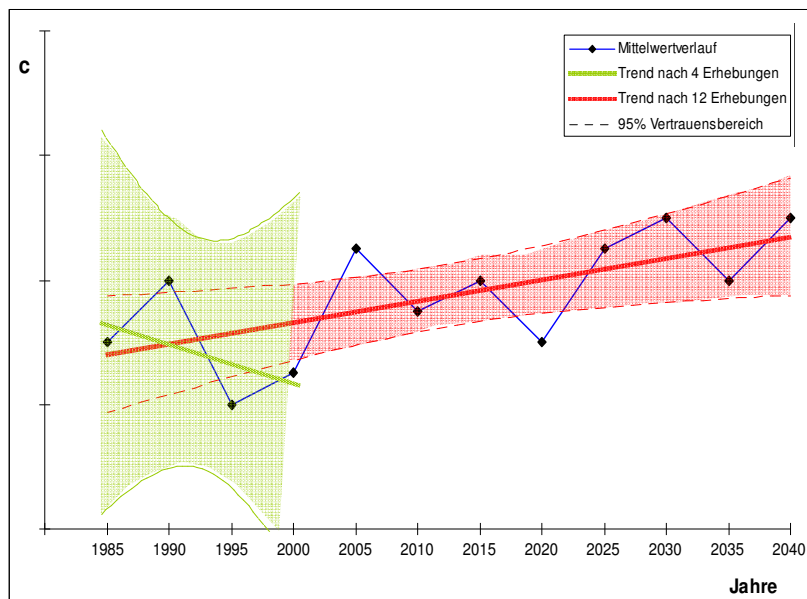
Zeitlich verschiedene Probenahmen unter unterschiedlichen Bedingungen (z.B. Bodenfeuchte) können zu selektiv unterschiedlichen Proben mit unterschiedlichen Messresultaten führen (Vergleich von Äpfeln mit Birnen)



Die Effekte der Pedoturbation auf die Messergebnisse sind unterschiedlich je nach Durchmischungstiefe und vertikalem Konzentrationsgradient.



NABO-Zeitreihe – gemessen und Szenario



NABO im Überblick
A. Desaules | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

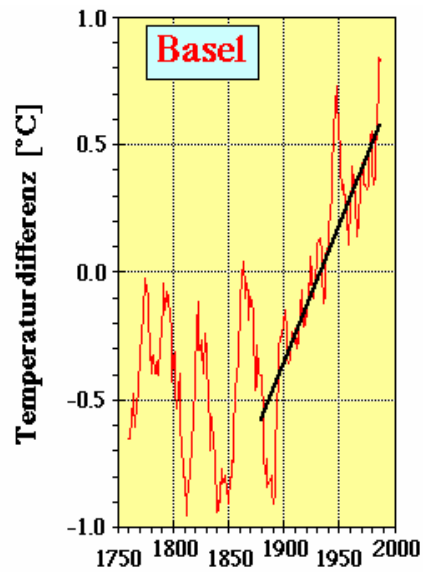
37

Mess-Zeitreihen in Böden unterliegen deshalb einem Grundrauschen wie alle anderen Zeitreihen auch.

Jede Zeitreihenanalyse beruht darin Grundrauschen und Signale zu unterscheiden. Dabei nimmt die Zuverlässigkeit mit der Messgenauigkeit und/oder der Länge der Messreihe zu.



Die längste Temperaturzeitreihe der Schweiz



NABO im Überblick
A. Desaules | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

38

Die Länge der Zeitreihe ist gut 250 Jahre mit 3 Messungen pro Tag. Damit soll aufgezeigt werden, dass bei der Dauerbeobachtung in der Umwelt Zickzackverläufe normal sind und Trends erst aufgrund intensiver und langfristiger Zeitreihenanalysen belegt werden können.



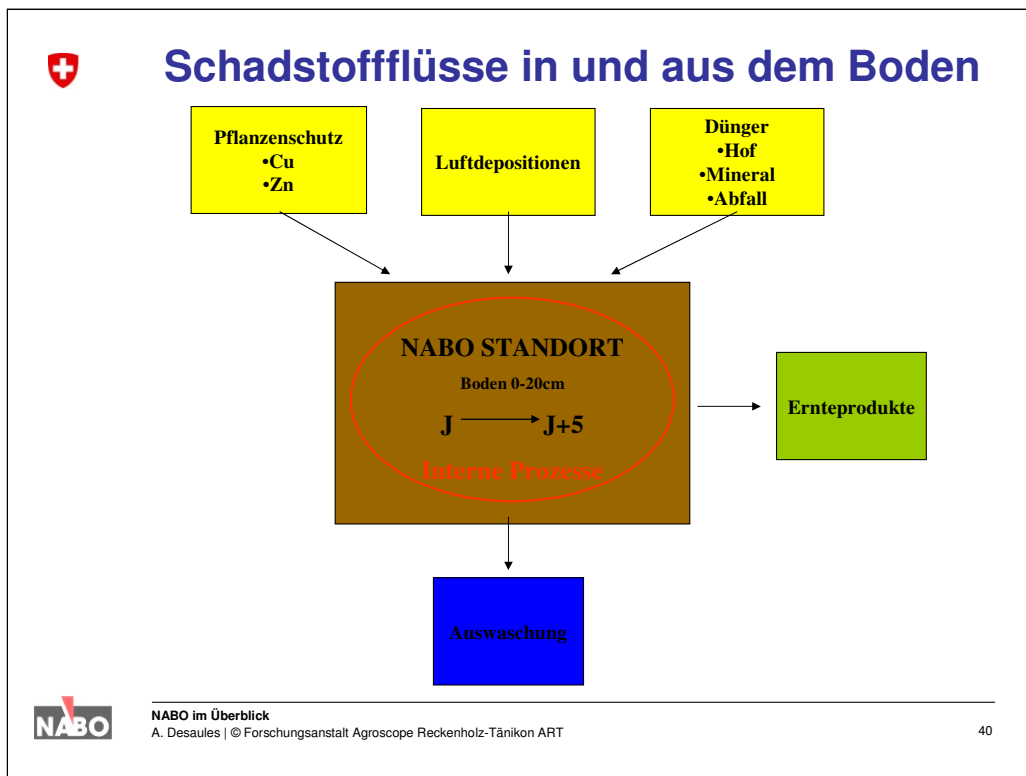
NABO-Flux (indirektes Monitoring)

- > erfasst Schadstoffflüsse und trägt damit zur Früherkennung und Prognose bei.**
- 4 Elemente: Cd, Zn, Cu, Pb, (Hg, PAK)**
- Atmosphärische Deposition aus dem Moosmonitoring**
- Seit 1996 jährliche Erfassung der Einträge durch Dünger und Pflanzenschutzmittel sowie Ernteausträge für 48 Standorte**
- Stochastische Bilanzierung berücksichtigt Unsicherheiten**



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

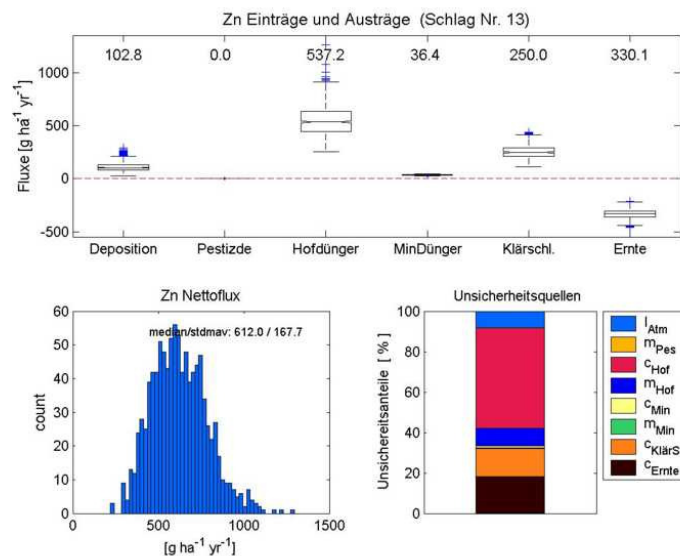
39



Im Modul NABO-Flux werden derzeit aus 48 Landwirtschafts-Standorten für Cd, Zn, Pb und Cu jährliche Einträge aus Luftdeposition, Düngern und Pflanzenschutzmittel sowie Ernteaufträge erhoben. Die Auswaschung und bodeninternen Prozesse werden noch nicht quantitativ erfasst.



Beispiel: Zn-Bilanz für Ackerbaustandort



Betrieb: kombiniert Milchvieh/Ackerbau (1.1 GVE/ha)

Fruchtfolge: Wintergerste, Silomais, Winterweizen, Raps, Winterweizen, Wiese intensiv



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

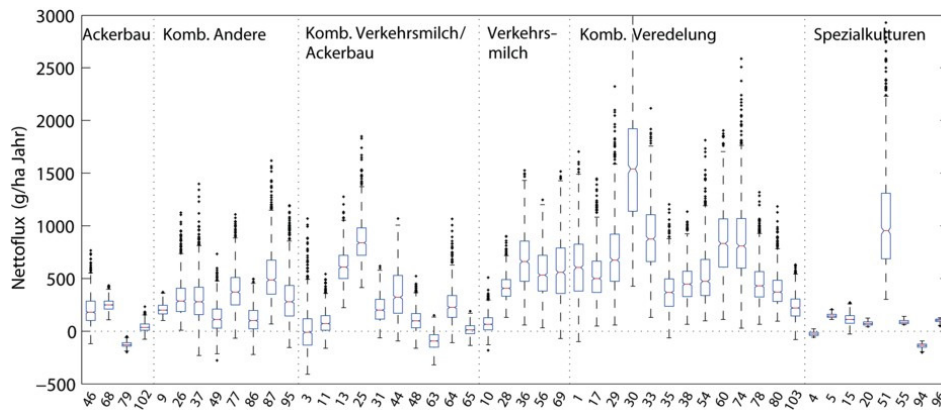
41

Zn-Ein- und Austräge: 1. Hofdünger, 2. Klärschlamm, Deposition und Min.dünger gering. Ernteaustrag ähnlich KS-Eintrag d.h. Nettobilanz ist positiv: Median 612 $\text{g/ha} \cdot \text{y}$.

Grösste Unsicherheitsquelle ist mit Abstand Hofdünger-Konzentration > Ergänzungsstudie



Zn-Bilanzen für 48 Parzellen (1996-2001)



Bilanz: -129 bis 1'900 g/ha Jahr

Relevanz: Auf 20 Parzellen Zn-Akkumulationsraten im Oberboden von 1 bis 8 mg/kg in 10 Jahren.
(Mittelwert CH = 100 mg/kg, Richtwert 150 mg/kg)



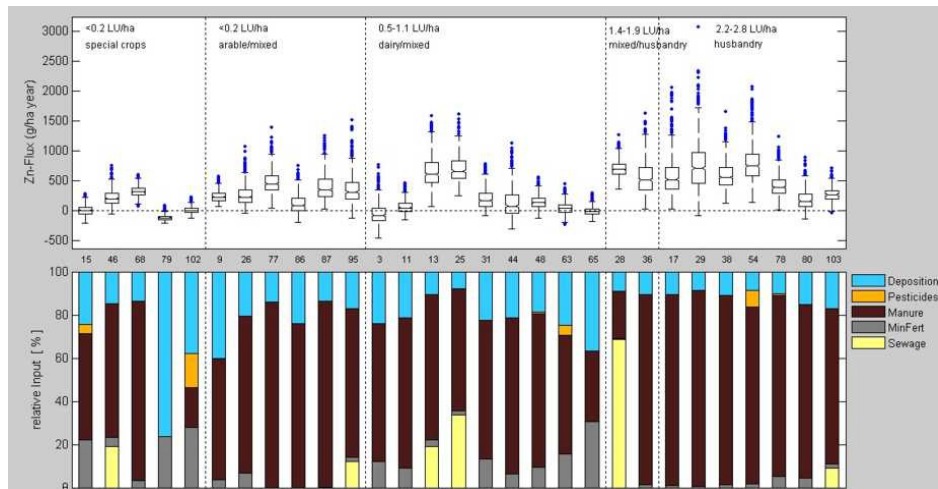
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

42

Die nach Betriebstypen gruppierten Zn-Bilanzen haben tendenziell höhere Einträge bei Betrieben mit Tierhaltung insbesondere Schweinemastbetrieben (Veredelung) durch Zn-Zusätze im Futtermittel.



Netto Zn-Bilanzen verschiedener Nutzung (1996-2003)



Relevanz:

Auf insgesamt 20 von 48 Parzellen lag die Zn-Akkumulationsrate im Oberboden im Bereich von 1 bis 8 mg/kg in 10 Jahren



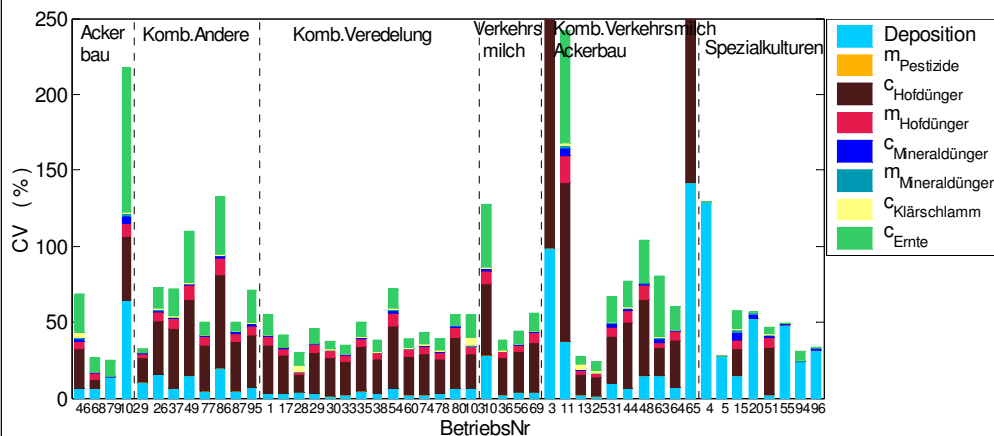
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

43

Die Bilanzen – hier für Zn - können sich zwischen den verschiedenen Nutzungen aber auch innerhalb deutlich unterscheiden. Dies weist auf ein Reduktionspotenzial hin. Überwiegenden Zn-Anteil haben die Hofdünger.



Unsicherheitsanalysen der Zn-Bilanzen 1995-2001



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

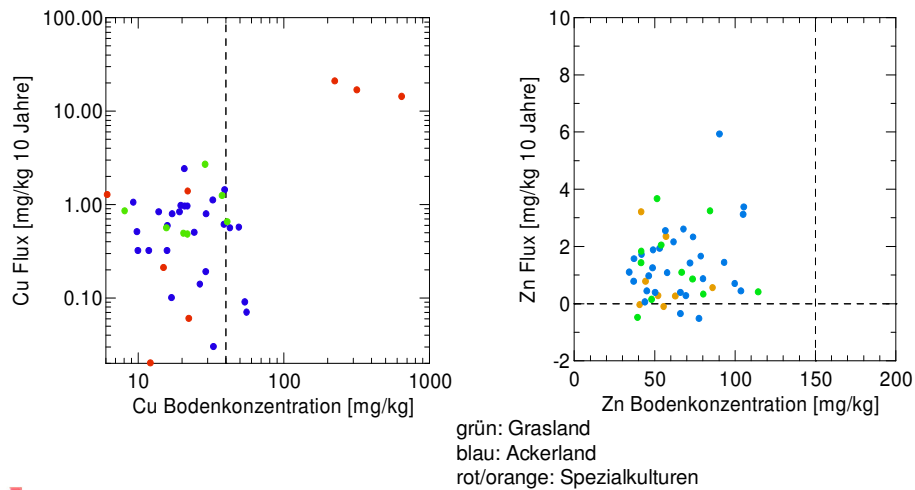
44

Die grössten Unsicherheiten verursachen die Hofdünger-Konzentrationen gefolgt von den Ernte-Konzentrationen und die Luftdepositionen.



Cu- und Zn Bodenkonzentration und berechnete Veränderungen für ein Jahrzehnt

48 Standorte, Bodentiefe 0-20 cm



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

45

Vertikale gestrichelte Linie = Richtwert

Die berechneten Veränderungen der Bodenkonzentrationen sind meist positiv und können trotz geringen relativen Veränderungen mittel- bis längerfristig trotz geringen relativen Veränderungen **relevant** sein, d.h. Richtwerte und sogar Prüfwerte überschreiten.

Cu: 3 Rebbaustandorte

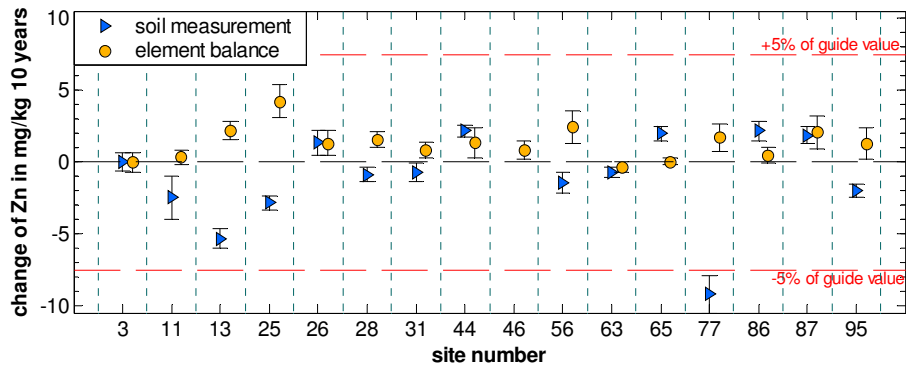
Zn: 1 intensiver Grünlandstandort mit hohem Hofdüngereinsatz



Vergleich von direktem und indirektem Monitoring

Periode 1989-1999

land use: arable - cattle



guide value = 150 mg/kg



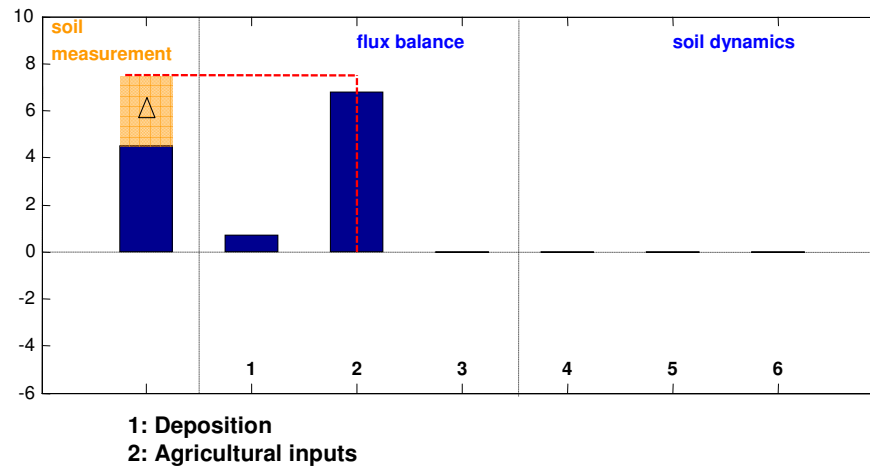
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

46

Die bisherige Übereinstimmung der im Boden gemessenen Zn-Veränderungen mit den Prognosen der Bilanzergebnisse in nur 5 von 16 Fällen ist unbefriedigend.



Bodenmessungen und Bilanzkomponenten (Szenario 1)



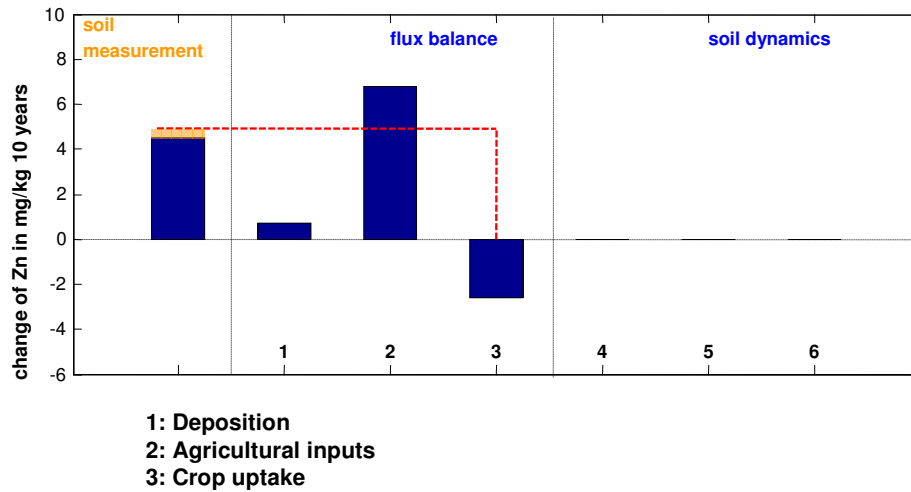
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

47

Berücksichtigung nur der Einträge ergibt hier eine deutliche Überschätzung der Veränderung



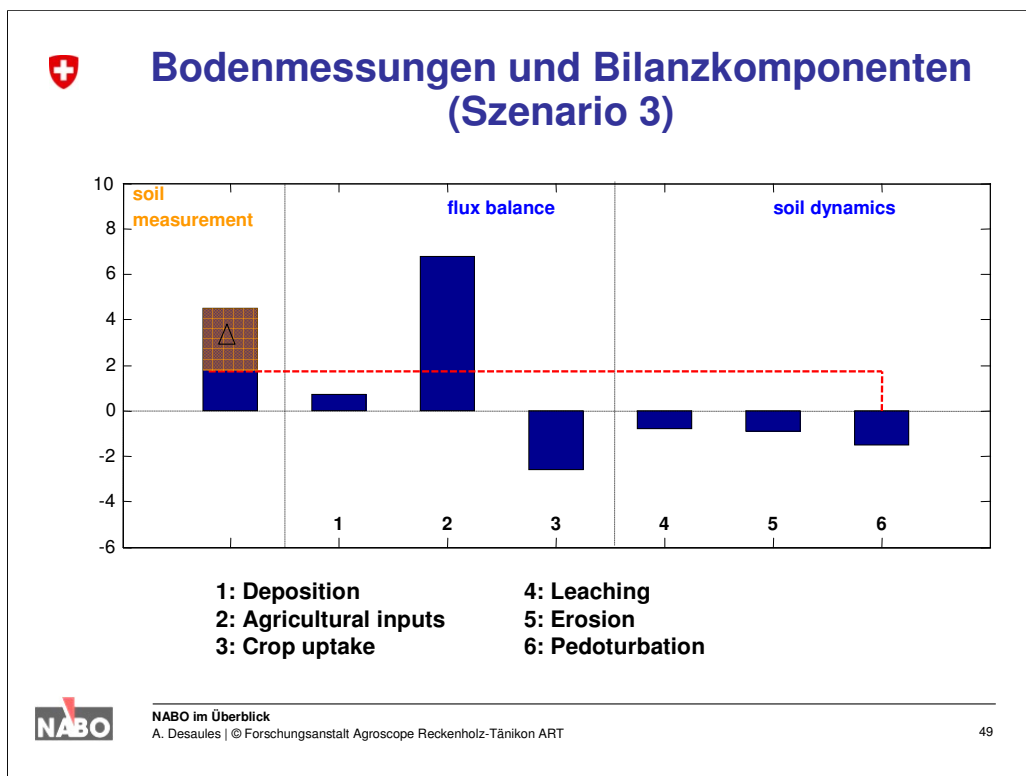
Bodenmessungen und Bilanzkomponenten (Szenario 2)



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

48

Berücksichtigung von Einträgen und Ernteaustrag ergibt hier gute Übereinstimmung.



Die Berücksichtigung von bodendynamischen Effekten stört die Übereinstimmung wiederum.

Anforderungen für die Übereinstimmung von direktem und indirektem Monitoring:

- Genaue Messung der Veränderungen der Schadstoffkonzentrationen im Boden
- Genaue Erhebung aller relevanten Bilanzkomponenten
- Genaue Messung der Verknüpfungsgrößen: Raumgewicht, Skelettgehalt



NABO-Status und NABODAT

> erfasst das Belastungsausmass raumbezogen.

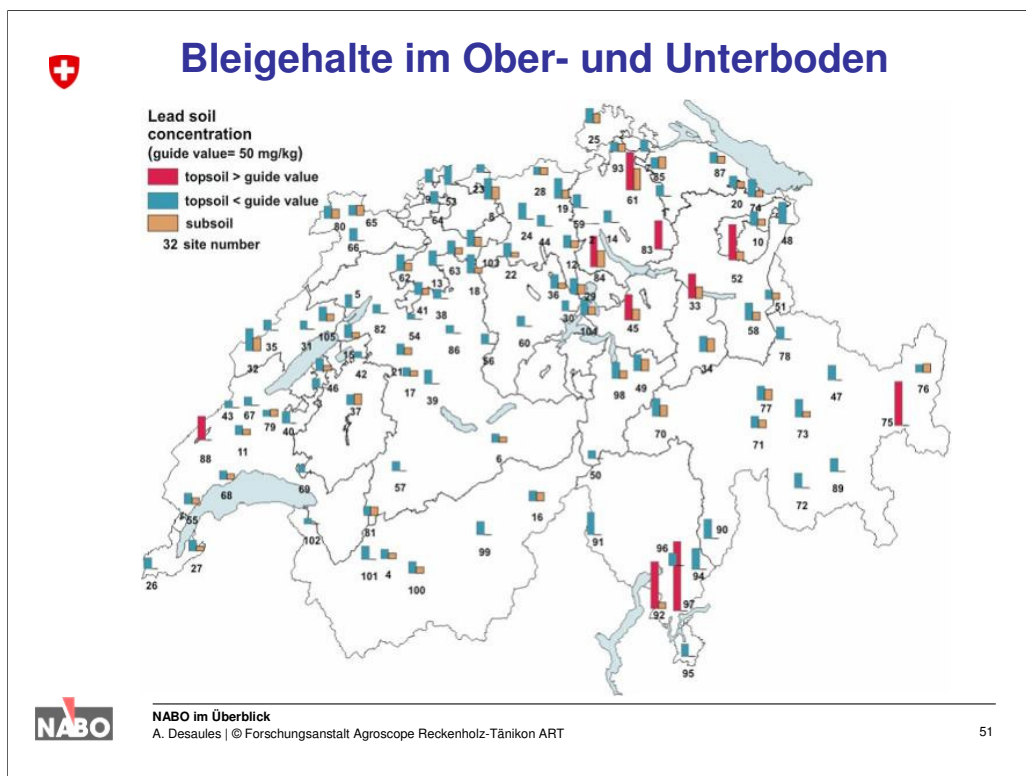
- NABO-Referenznetz mit 105 Standorten
- Schadstoffgehalte 1990-1996 (330'000 Analysendaten von 14'000 Standorten)
- Karten zur Bodenempfindlichkeit gegenüber Schadstoffeinträgen
- *Pilotstudie Bodenschadstoffkartierung GIS-TG*
- *NABODAT/GIS: Nationale Bodenschadstoff-Datenbank mit GIS-Verknüpfung*
 - *Stratifizierte Referenzwerte*
 - *Digitale Bodenschadstoffkarten*
 - *Ableitung von Critical Loads*



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

50

Kursiv = in Arbeit oder Planung

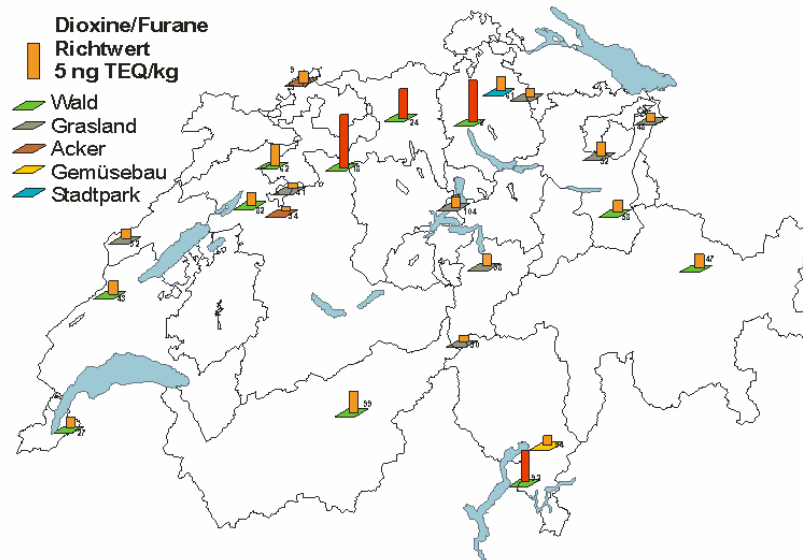


NABO-Status: Zu sehen ist die Tendenz erhöhter Bleibelastung in der NE-Schweiz und im Tessin durch den Ferntransport aus Norditalien.

Die Bleigehalte der 105 NABO-Messstandorte haben Indikatorwert, sie genügen jedoch nicht, die Bodenbelastung landesweit hinreichend zu dokumentieren. Dazu braucht es flächendeckende Bodenschadstoffkarten.



Dioxingehalte an 23 NABO-Standorten

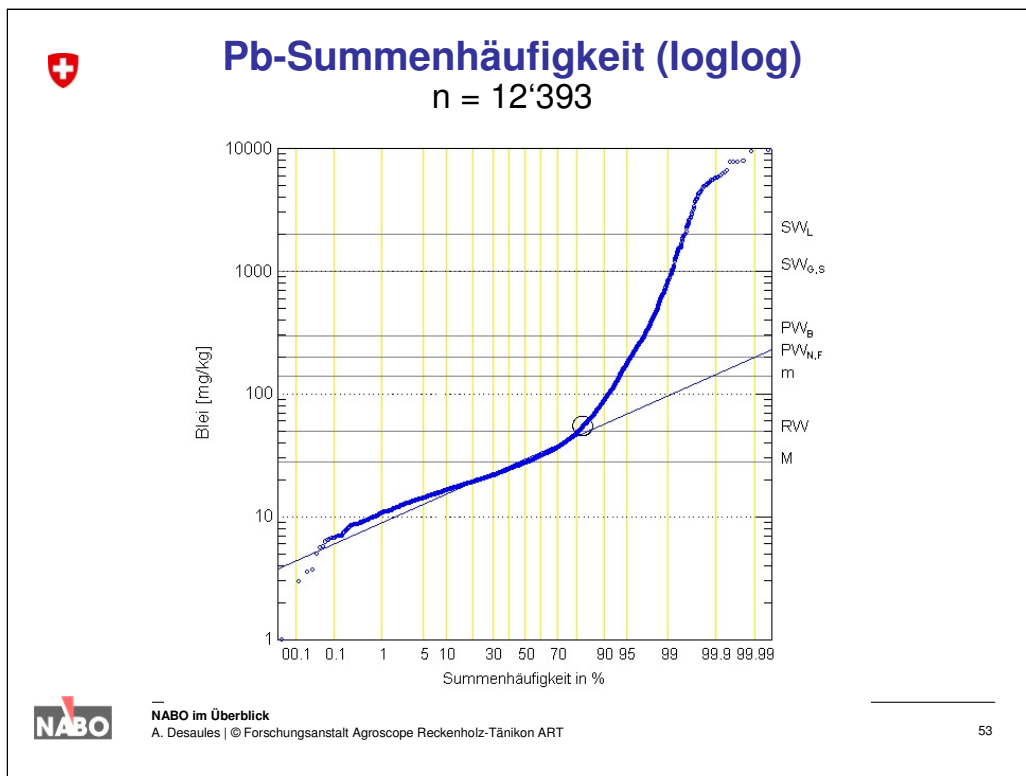


NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

52

An 4 Waldstandorten der 23 Standorte wird der Richtwert von 5 ng I-TEQ/kg überschritten.

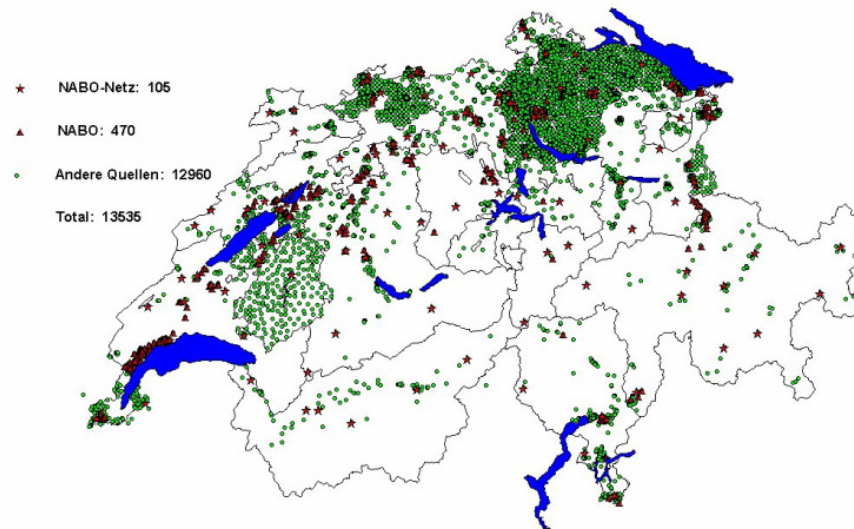
Perspektive: Derzeit ist eine Publikation der PAK- und PCB-Gehalte im Oberboden für sämtliche 105 NABO-Standorte in Vorbereitung.



Bisher wurden die Daten nur ohne Ortsbezug als loglog Summenhäufigkeiten dargestellt und daraus beim Bruchpunkt (Kreis) Orientierungswerte abgeleitet im Kontext zu Mittelwert (M), Richtwert (RW), Median (m), Prüfwerte (PW), Sanierungswerte (SW)



Der potenzielle Datenschatz für NABODAT

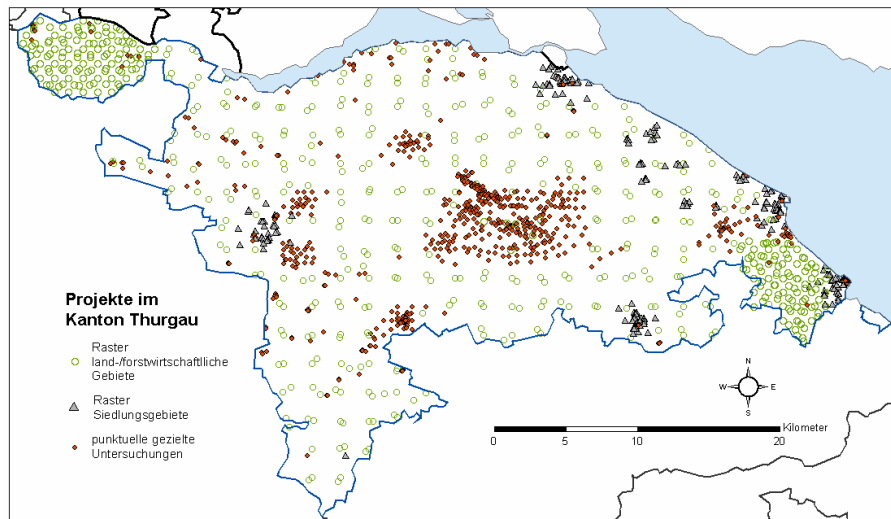


NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

54

Perspektiven NABO-Status: Das laufende BUWAL-Projekt NABODAT soll es ermöglichen, viele der mittlerweile 450'000 in der Schweiz vorhandenen Bodenschadstoff-Daten der Kantone und des Bundes zusammen zu führen und landesweit nutzbar zu machen.

Fallstudie Bodenschadstoffkarte Kt. Thurgau



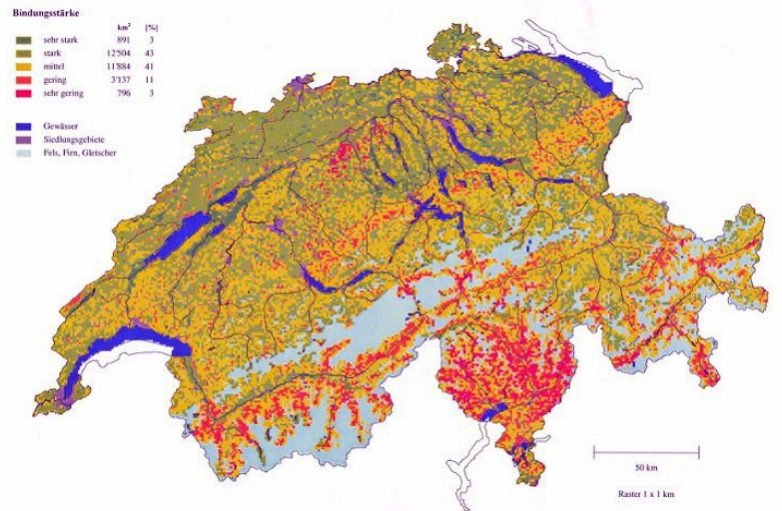
NABO im Überblick
A. Desales | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

55

Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen flächenhafter Darstellung von Bodenschadstoffdaten im schweizerischen Mittelland



Relative Bindungsstärke der Oberböden für Cd in der Schweiz



QUELLE: BPS/GEOSTAT, METROTIST, WSL



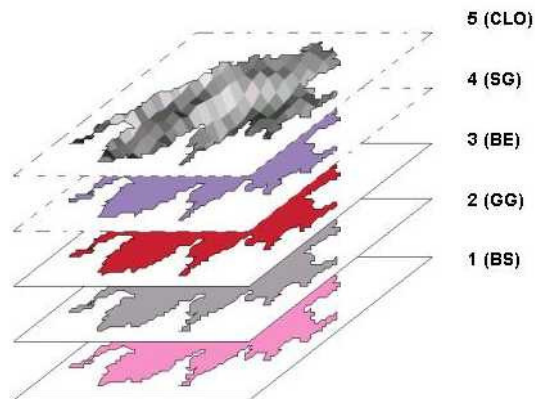
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

56

Die erste flächendeckende Kartierung der NABO (Grundlagen Zur Bestimmung der Bodenempfindlichkeit 2001)



Kartenschichtmodell für tolerierbare Schadstoffeinträge



- 1 BS: Kartierung der Bindungsstärke gegenüber Schadstoffen
- 2 GG: Kartierung der gesteinsbedingten Grundgehalte
- 3 BE: Kartierung der Bodenempfindlichkeit gegenüber Schadstoffeinträgen
- 4 SG: Kartierung der Schadstoffgehalte im Boden
- 5 CLO: Kartierung der tolerierbaren Schadstoffeinträge (Critical Loads)



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

57

Stand und Perspektiven NABO-Status: In Bezug auf den chemischen Bodenschutz wurden bisher die ersten drei Ebenen landesweit 1/1 Mio kartiert (2001). Mit gezielten Zusatzerhebungen wären die Ebenen 4 und 5 erreichbar.



Pilotprojekt LAZBO

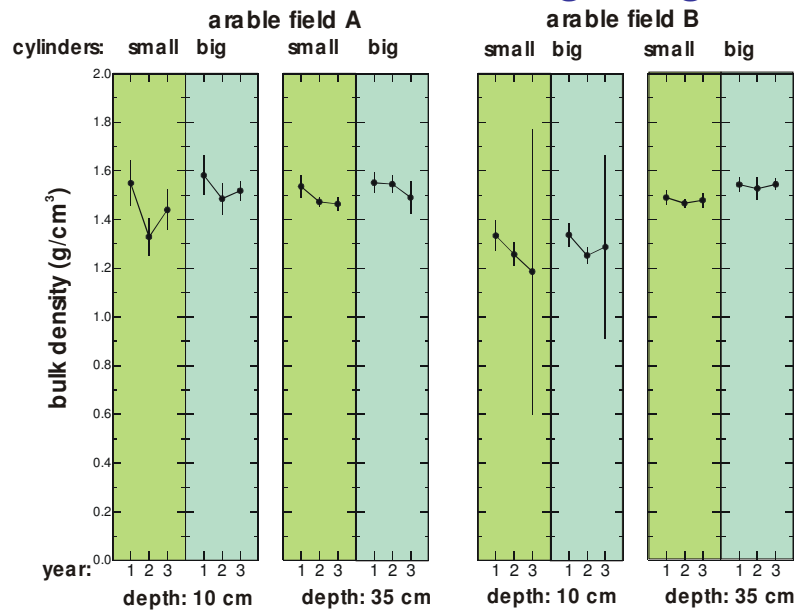
- > untersucht die Eignung von physikalischen und biologischen Bodenparametern für die Langzeitbeobachtung**

- 2 Standorte Bodenphysik und 6 Standorte Bodenbiologie mit jährlichen Messungen 2001-06**
- > Bericht der Pilotphase 2001-03 im Mai 06**





Zeitliche Variation der Lagerungsdichte



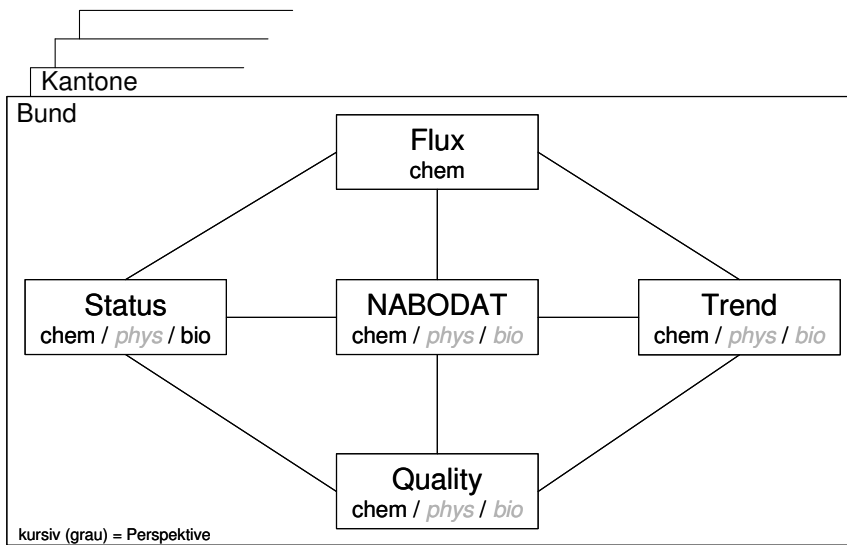
NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

59

Beispiel der zeitlichen Variabilität mit 2 Zylindergrössen in 2 Tiefen an 2 Standorten während 3 Jahren:

Erwartungsgemäss sind die Veränderungen im Oberboden grösser; die Streuungen sind jedoch z.T. erheblich. >Grundrauschen.

Integrales NABO-Konzept als Perspektive



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

60

Die Basis ist die Datenqualität (Quality) und zentral ist die Zusammenführung aller Daten in der Datenbank (NABODAT). Am weitesten Fortgeschritten ist die Bodenbeobachtung anorganischer Schadstoffe. Die Beobachtung physikalischer und biologischer Bodeneigenschaften steckt in einer Pilotphase.



Bezugsquelle

Die vorliegende Präsentation finden Sie mit
Kommentar im Internet unter:

**www.nabo.admin.ch > Präsentationen >
G001 NABO im Überblick**



NABO im Überblick
A. Desaulles | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

61